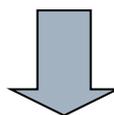
平成22年度建築基準整備促進事業
15.防火・避難対策等に関する実験的検討

平成23年4月15日

事業主体
清水建設(株)、早稲田大学、東京理科大学、東京大学、
(株)大林組、鹿島建設(株)、大成建設(株)、(株)竹中工務店
共同研究機関
(独)建築研究所

調査目的

現行の建築基準法における、
防火及び避難に関する基準の整備に資する

基準整備に必要な部材・材料等の防耐火性能に関する
新たな知見を実験・調査によって収集

避難安全・延焼防止・出火防止等について
技術基準・性能評価法に必要な基礎資料の作成

調査内容・体制

調査内容

（イ）アルミ製間仕切り壁の避難上の耐火性能

（ロ）外壁スパンドレルを越えた上階延焼

（ハ）建築材料として用いる木材等の耐火性・非着火性

（ニ）火気設備からの出火防止

（ホ）ポリマーセメントモルタルにより断面補修したRC造部材の防耐火性能

体制

- 調査内容ごとにWGを設置
- ポリマーセメントモルタル検討委員会を設置

（イ）アルミ製間仕切り壁の避難上の耐火性能の実験的検討

【対象】防火区画壁以外のアルミ製間仕切り壁

【目的】前年度提案した性能評価法により、避難上必要となる耐火時間の実測

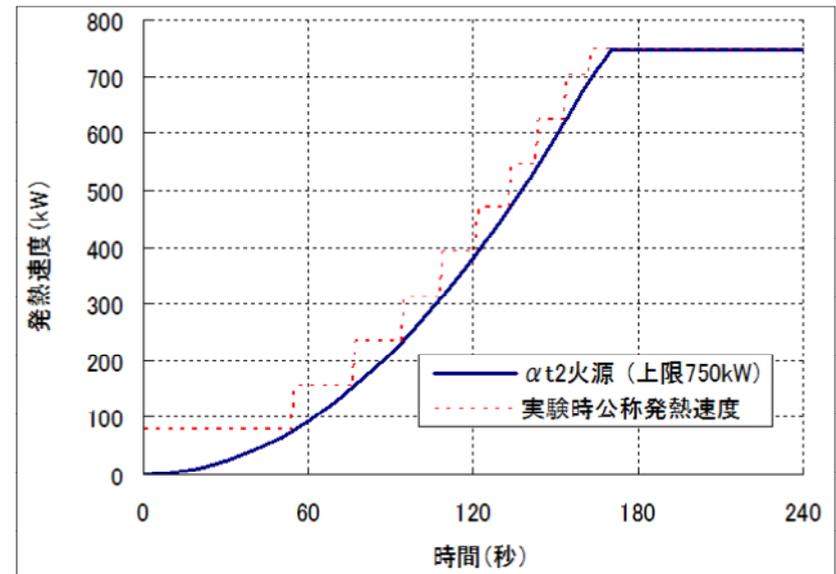
【実施内容】アルミ製間仕切り壁の耐火試験
（および課題16と避難安全検証等への展開を検討）

【成果】アルミ製間仕切り壁の避難上の耐火時間の実測データを得た。

在館者が避難するあいだ、
不燃間仕切り壁等によって
避難経路（廊下など）が火災
の影響から守られるのか？

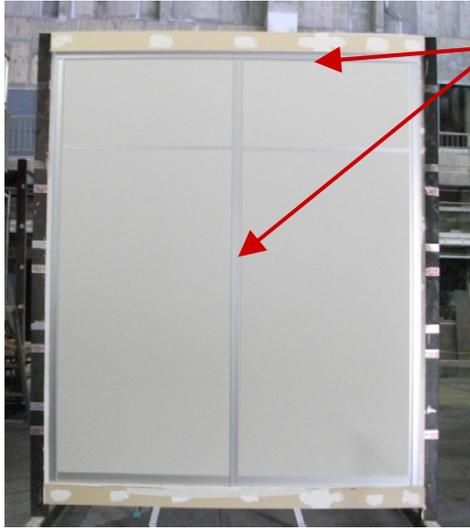
簡易間仕切り壁等の耐火試験方法(案)

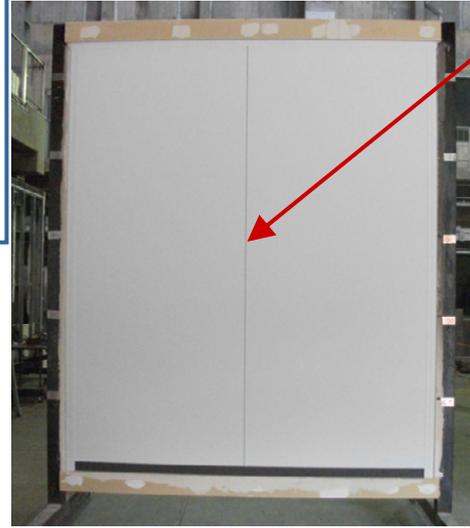
◆試験体:幅2.5m×高さ2.7m
◆計測項目:
・裏面の温度と放射熱、面外方向変位
・裏面の状態を観察、亀裂や煙の発生等の変化が起きた時間を記録。
◆加熱位置:熱的に最も弱いと予想される部位(目地など)を中心。

◆加熱方法:
・幅100cm×奥行き50cmのバーナー
・αt^2火源。最大発熱速度は750kW程度(火炎先端高さ=試験体高さ)。最大発熱速度に達した時点で、その発熱速度を維持。
◆加熱時間:20分間(一般的な建物の階避難時間を想定)

平成22年度までの実験結果

記号	G-1	G-2		G-3	P	S		
加熱方法	局所加熱	局所加熱	耐火炉加熱	局所加熱	局所加熱	局所加熱	耐火炉加熱	
試験体写真								
面材	せっこうボード12.5mm両面貼り	せっこうボード12.5mm片面貼り		仕様はG-1と同じ。ロックウール吸音板システム天井付	シナベニヤ12mm両面貼り	鋼板0.6mm		
フレーム	軽量鉄骨下地	軽量鉄骨下地		軽量鉄骨下地	木下地	アルミニウム合金		
芯材等	—	—		—		せっこうボード12.5mm、プラスチック、ゴム		
火炎貫通時間	—	20分	15分	27分	15分47秒	13分	35分※1	5.2分※2
裏面最大200℃	—	15分16秒	16分18秒	27分56秒	16分06秒	13分08秒	—	4.8
裏面平均160℃	—	16分40秒	16分14秒	—	—	10分56秒	—	22.3
加熱時間	20分	25分※3	21分	28分	16分30秒	22分	40分	
加熱終了後の裏面	ほとんど変化なし							

※1パネル部の評価時間
※2エッジ部を含む評価時間
※3既報[1)]で装置不具合のため中止したものを再実験した。
「—」は該当なしを示す。

アルミ間仕切り壁の耐火試験結果

アルミ製フレーム：
面材の外側
芯材：ペーパーコア
（不燃処理なし）

火炎貫通：3分45秒
裏面200℃：3分22秒
裏面160℃：4分08秒

アルミ製フレーム：
面材（目地）の内側
芯材：ペーパーコア
（不燃処理あり）

火炎貫通：3分24秒
裏面200℃：4分26秒
裏面160℃：4分24秒

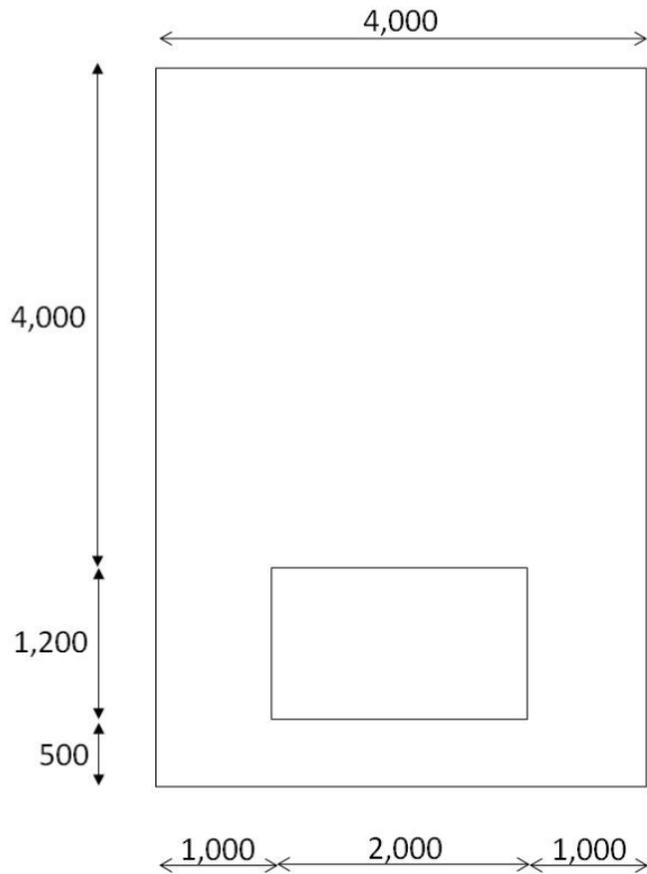
（ロ）外壁スパンドレルを越えた上階延焼に関する実験的検討

【対象】外壁スパンドレル

【目的】外壁スパンドレル部分の受熱量等の実測データの収集、および延焼防止の性能検証手法の原案の提案

【実施内容】火源規模・開口高さ・袖壁・庇・通気層などを実験因子とした大規模ファサード試験

【成果】実測データを整理し、延焼防止の性能検証手法の原案を提案した。

大規模ファサード試験装置

大規模ファサード試験装置
正面の形状・寸法

ファサード正面と開口

ファサード背面と
燃焼チャンバー

大規模ファサード試験の実施概要

開口高さ(H)＝1m

H=0.5m

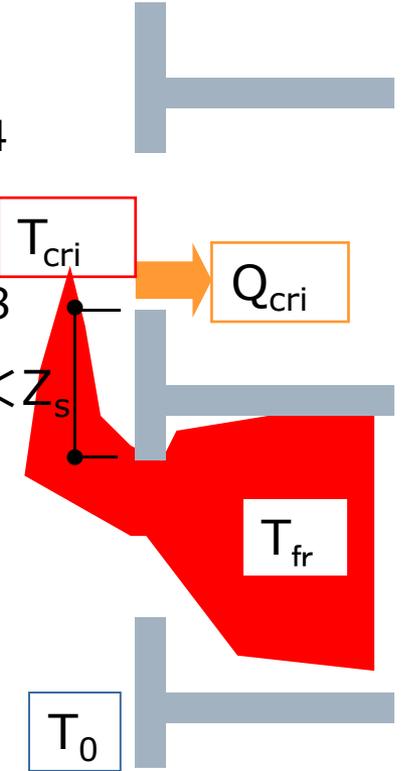
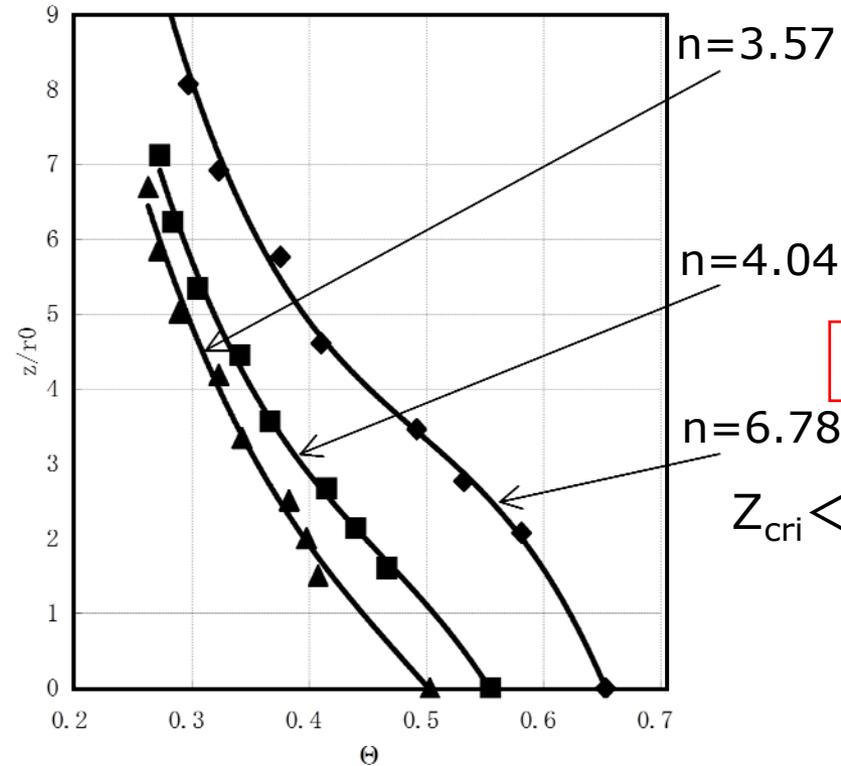
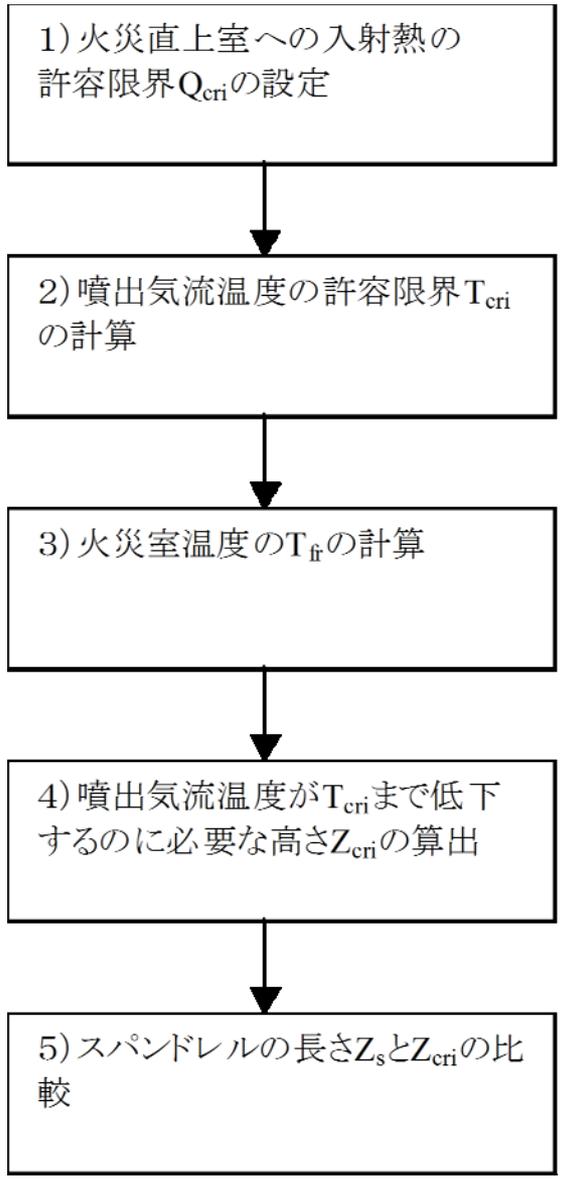
【試験条件】
燃料：都市ガス（4水準）、メタノール、ヘプタン
開口高さ：0.2m～1.1m
庇：0.25m～1.5m
袖壁：0.25m～1.5m
通気層幅：0.2m～1.2m

写真：都市ガス（2.8MW）の試験例

H＝1.1m、庇1m

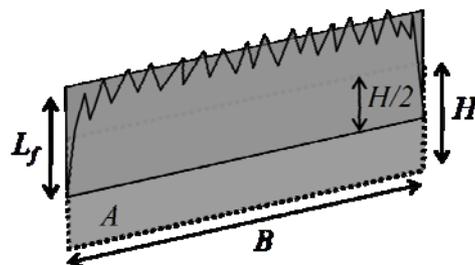
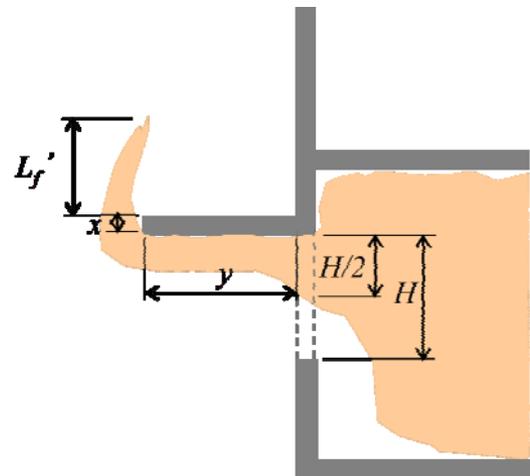
H=1.1m、袖壁0.5m

H=1.1m、通気層0.4m

延焼防止の性能検証手法案(庇なし)

$$\Theta_{cri}=\frac{\Delta T r_0^{5/3}}{\sqrt[3]{\dfrac{Q^2T_0}{C_p^{\,2}\rho^2 g}}}\approx 3.3\left(\frac{T_{cri}-T_0}{T_{fr}-T_0}\right)\left(\frac{T_{fr}^{\,2}}{T_{cri}^{\,2}T_0}\right)^{\frac{1}{3}} n^{\frac{1}{6}}$$

n≧6.78の時 $\begin{cases} B = nH/2 \\ n = 6.78 \end{cases}$

延焼防止の性能検証手法案(庇あり)

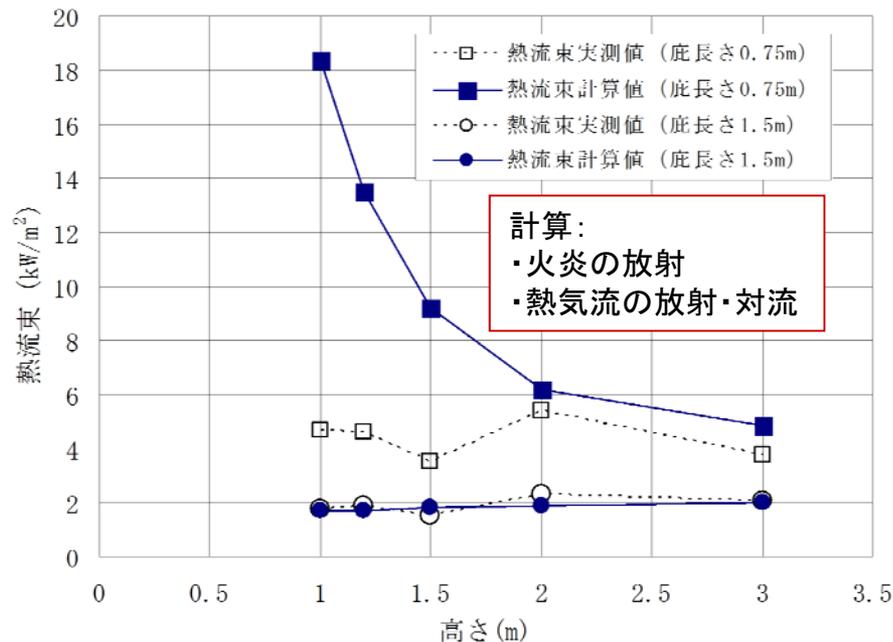
（1）噴出火炎高さ

L_f←建築物の総合防火設計法

$$L_f' = L_f - (x + y + \frac{H}{2})$$

実験結果≒計算結果

（2）壁面への入射熱流束

庇長さ＝0.75m

庇長さ＝1.5m

発熱量＝2.8MW、庇長さ＝0.75、1.5mの場合

（ハ）建築材料として用いる木材等の耐火性･非着火性に関する実験的検討

【対象】木質系材料を使用した外壁

【目的】水平方向の火炎伝播性に関する実測データを収集、延焼加害性･受害性の性能検証に係る提案

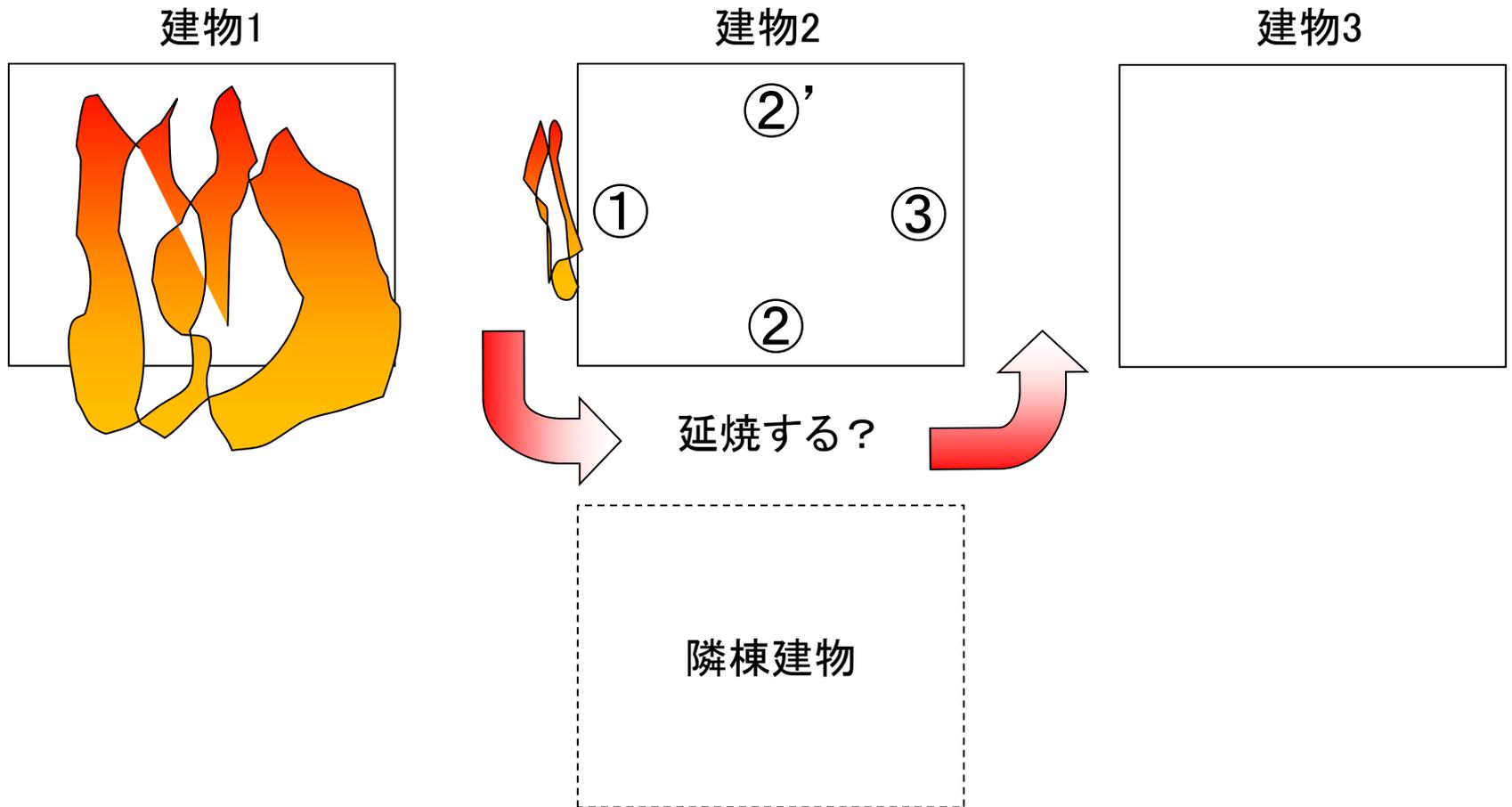
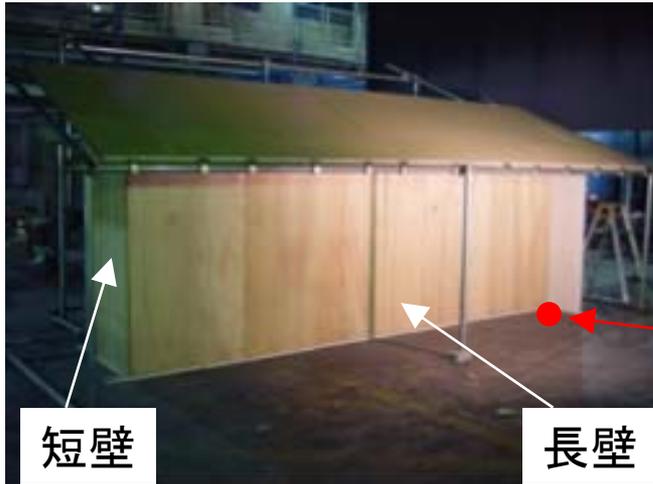
【実施内容】 外壁と軒裏で構成される試験体に対して、外部放射の有無を実験因子とした火災試験

【成果】水平方向の延焼加害性･受害性の可能性について実測データをもとに整理した。

実験検討における建物間延焼のイメージ

建物の配置図

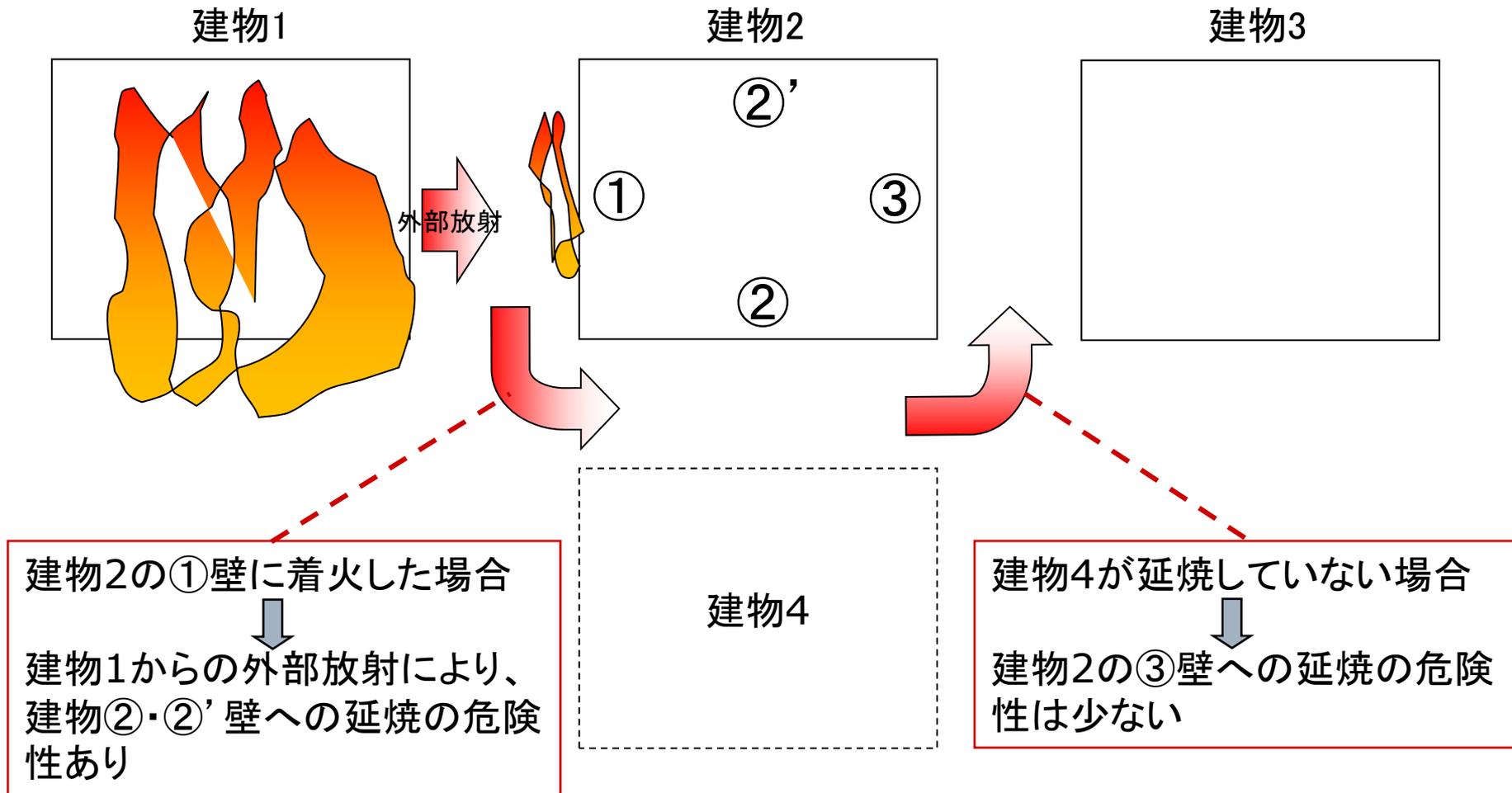
実験状況

着火源
設置位置

試験体全景

軒下の火炎伝播（外部放射なし）

外部放射源（受熱強度5.26kW/m^2）

短壁への延焼（外部放射あり）

実験結果から考えられる延焼加害性・受害性

（二）火気設備からの出火防止に関する実験的検討

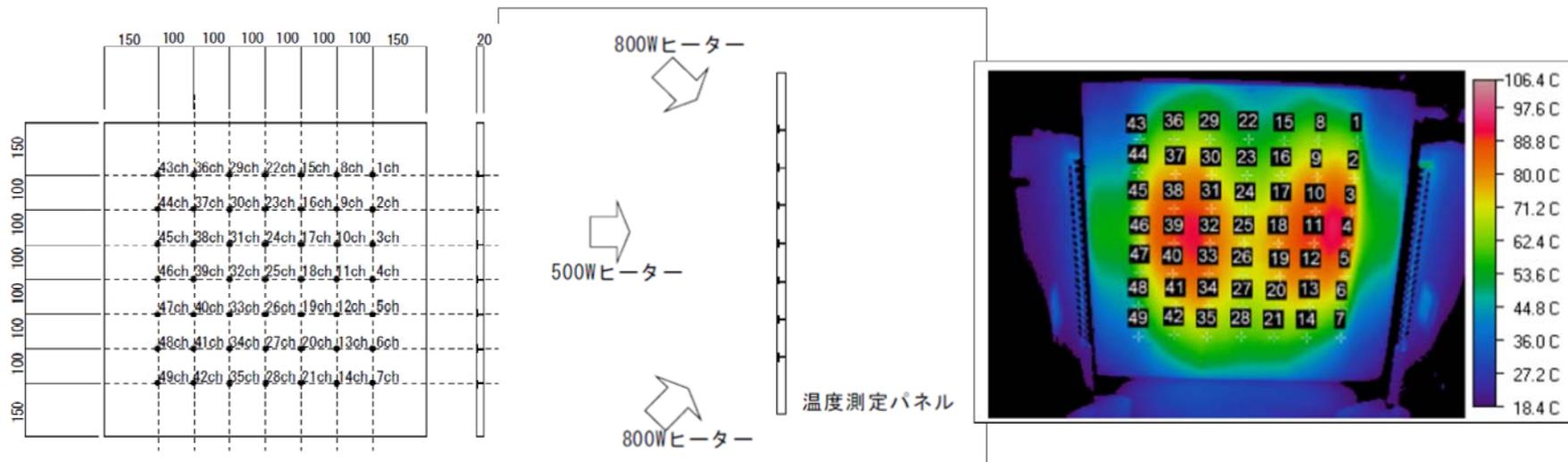
【対象】火気設備（ストーブなど）

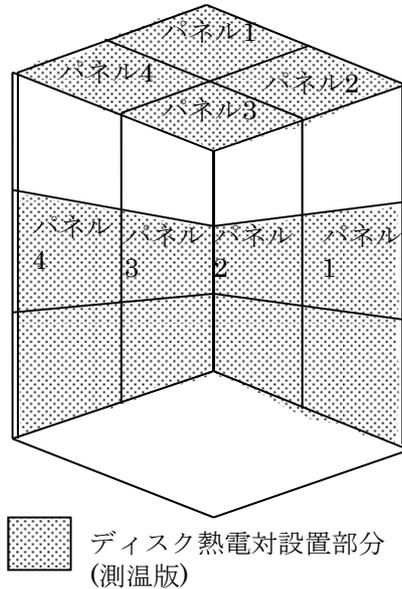
【目的】火気設備からの出火防止性能を確認する試験法の原案の作成に係る提案

【検討内容】 代表的な火気設備から周壁等への受熱温度の実測、および評価方法の検討

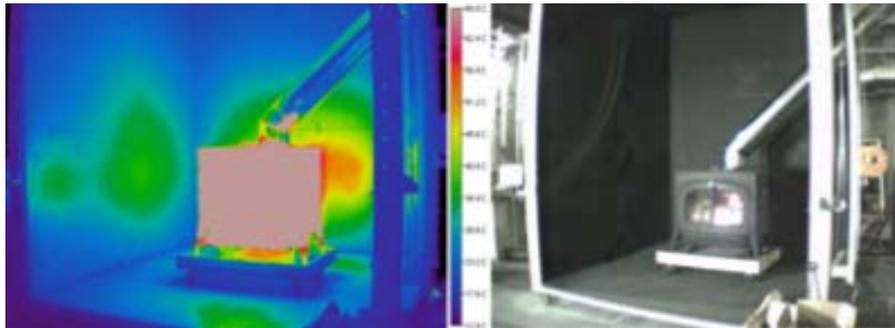
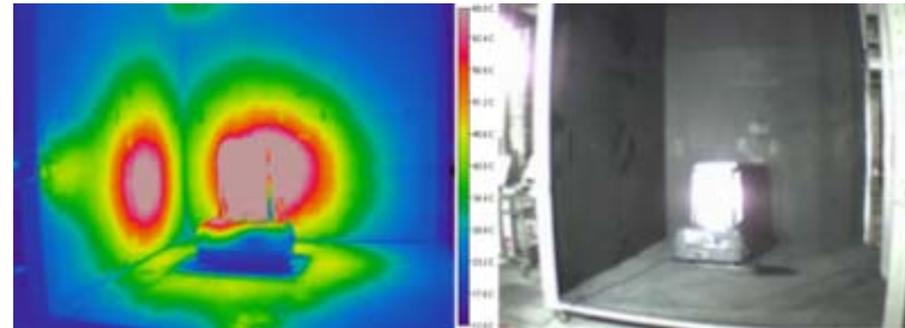
【成果】火気設備からの離隔距離を定めるための性能評価法の原案を提案した。

昨年度までの検討結果

- 既往の評価法・規基準を調査
  - 許容最高温度(加熱表面):100℃
  - 温度判定値:周囲温度からの上昇量65℃
- JIS C 9335-1に基づいた温度測定板の適用性検討
  - 室温からの温度上昇量の測定結果が65℃以下であれば加熱面温度が100℃以下になることを確認
  - JISに基づく温度上昇板で出火危険性の判断が可能

温度測定板の検証実験状況

代表的な火気設備による受熱温度の実測データ収集

温度測定用の周壁

取扱説明書に記載されている
離隔距離での温度上昇測定結果

No.	壁(℃)	天井(℃)
3	27.8	－
7	27.5	18.7
8	38.6	33.5
9	12.4	9.0
12	17.2	35.4
5	22.8(背面)	－

薪ストーブによる実験状況（No.7）

石油ストーブによる実験状況（No.12）

火気設備からの出火防止のための離隔距離評価法案

1.総則

2.試験体

・火気設備は実際のものと同一とする。

3.温度測定

・火気設備からの加熱の程度を評価するために、壁および天井に設置した温度測定板により温度を測定する。

4.試験条件

・定常温度状態になった時の温度上昇を測定。

・加熱速度が一定でないものは加熱の周期が一定となった時の温度上昇を測定。

5.判定

・離隔距離は、温度測定板による温度上昇の測定結果が平均で65℃以下となる距離とする。

（イ）から（ニ）のまとめ　（1/2）

現行の建築基準法における、防火及び避難に関する基準の整備に資することを目的として、以下の検討成果を得た。

（イ）アルミ製間仕切り壁の避難上の耐火性能

・市販のアルミ製間仕切り壁に対して、昨年度提案した試験法に準じた耐火試験を実施して実測データを収集した。

・避難安全における簡易間仕切り壁の展開について課題16と考え方を整理した。

（ロ）外壁スパンドレルを越えた上階延焼

・開口形状、火災規模・種類、庇、袖壁、通気層などを実験因子として噴出火炎性状に関する実測データを得た。

・上階延焼防止の性能検証手法の原案に係る提案を行った。

（イ）から（ニ）のまとめ （2/2）

（ハ）建築材料として用いる木材等の耐火性・非着火性

・延焼加害性・受害性の検討に必要なデータを実験によって蓄積した。

・隣棟建物への延焼拡大の危険性を実験結果をもとに検討した。

（ニ）火気設備からの出火防止

・昨年度までの成果から評価温度・温度測定方法などを決定し、その妥当性を代表的な火気設備を用いた実験によって検証した。

・火気設備からの離隔距離を定めるための性能評価法の原案を提案した。

（ホ）ポリマーセメントモルタルにより断面補修したRC造部材の防耐火性能に関する実験的検討

【対象】断面補修した柱・壁・床

【目的】ポリマーセメントモルタル補修部材の耐火性能に関する性能検証方法の構築に資する基本データの収集

【実施内容】性能項目、実施方法など全体計画の立案および試験体の製作

【成果】全体計画を立案し、試験体を製作した。

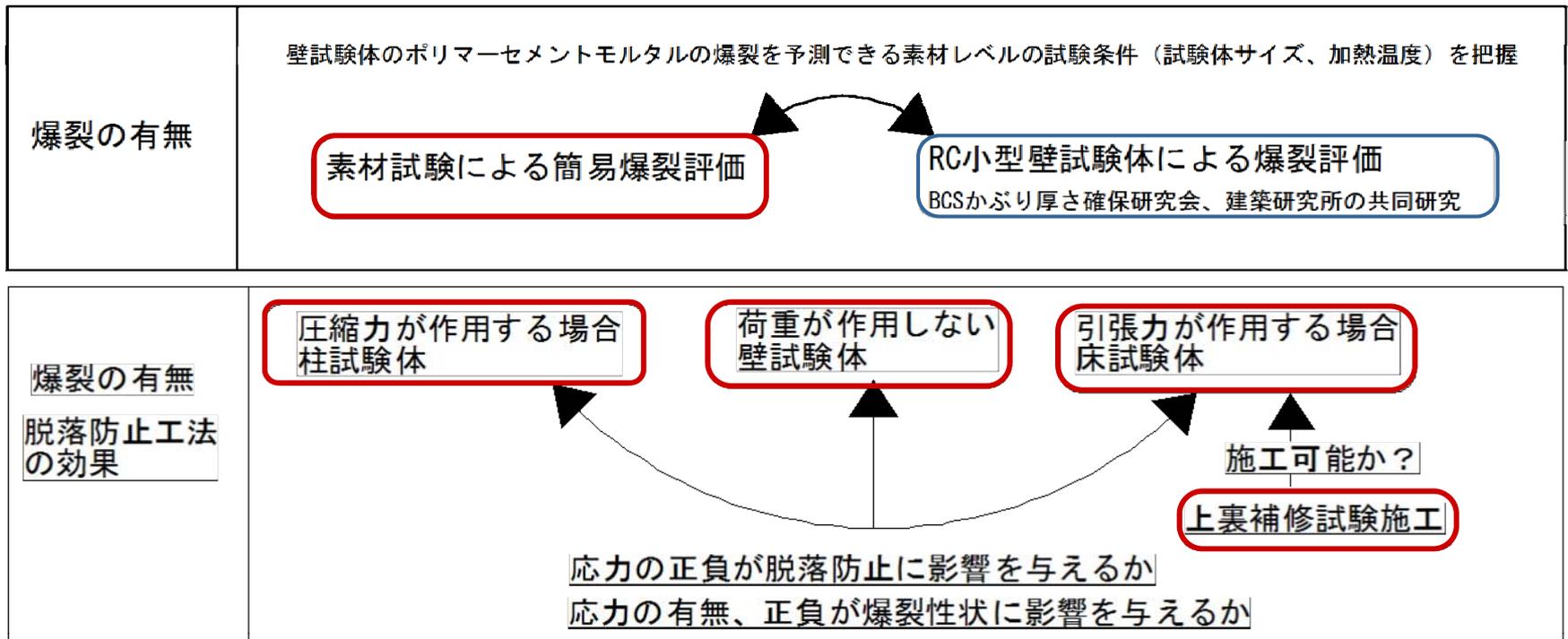
性能項目と実施方法

□ 性能項目

- ■ 火災時にポリマーセメントモルタル（PCM）が爆裂しない。
- ■ 火災時にPCMが脱落しない。

※許容される爆裂・脱落の程度については今後の検討課題

□ 実施方法

爆裂の有無	壁試験体のポリマーセメントモルタルの爆裂を予測できる素材レベルの試験条件（試験体サイズ、加熱温度）を把握 素材試験による簡易爆裂評価 ⇔ RC小型壁試験体による爆裂評価 BCSかぶり厚さ確保研究会、建築研究所の共同研究
爆裂の有無 脱落防止工法の効果	圧縮力が作用する場合 柱試験体 荷重が作用しない 壁試験体 引張力が作用する場合 床試験体 施工可能か？ 上裏補修試験施工 応力の正負が脱落防止に影響を与えるか 応力の有無、正負が爆裂性状に影響を与えるか

素材レベルによる爆裂簡易評価法

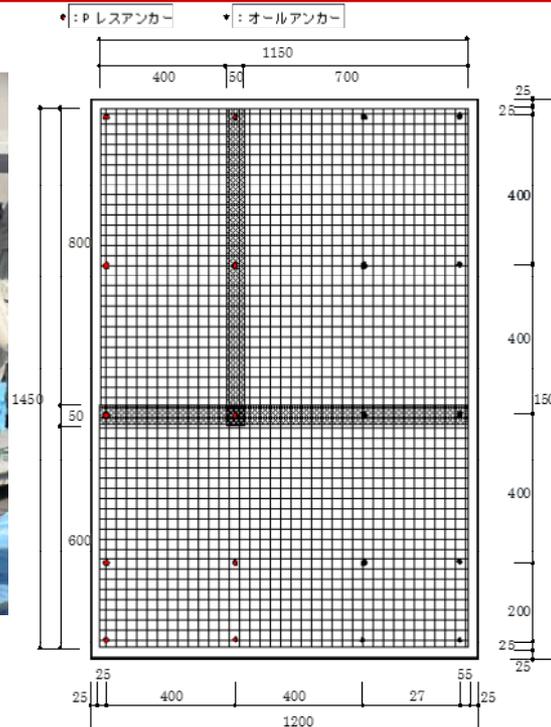
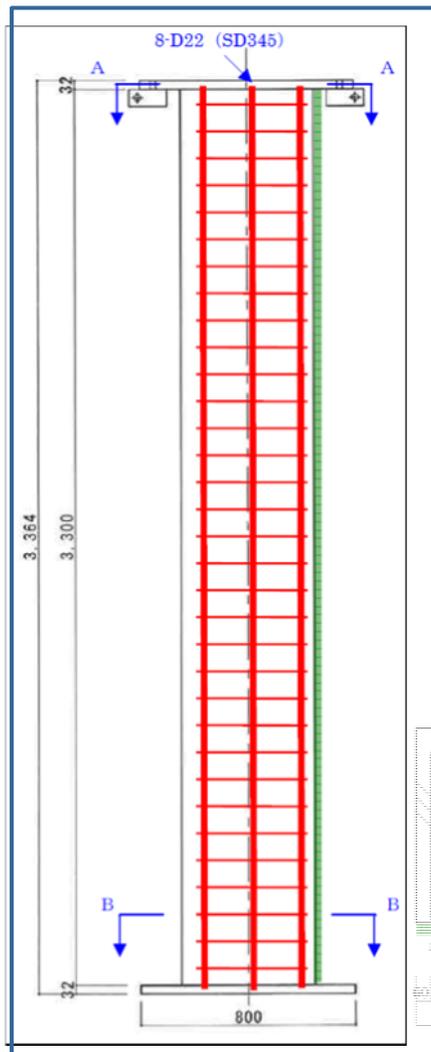
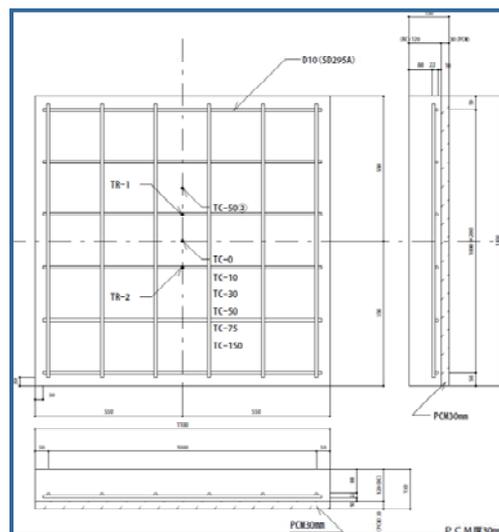
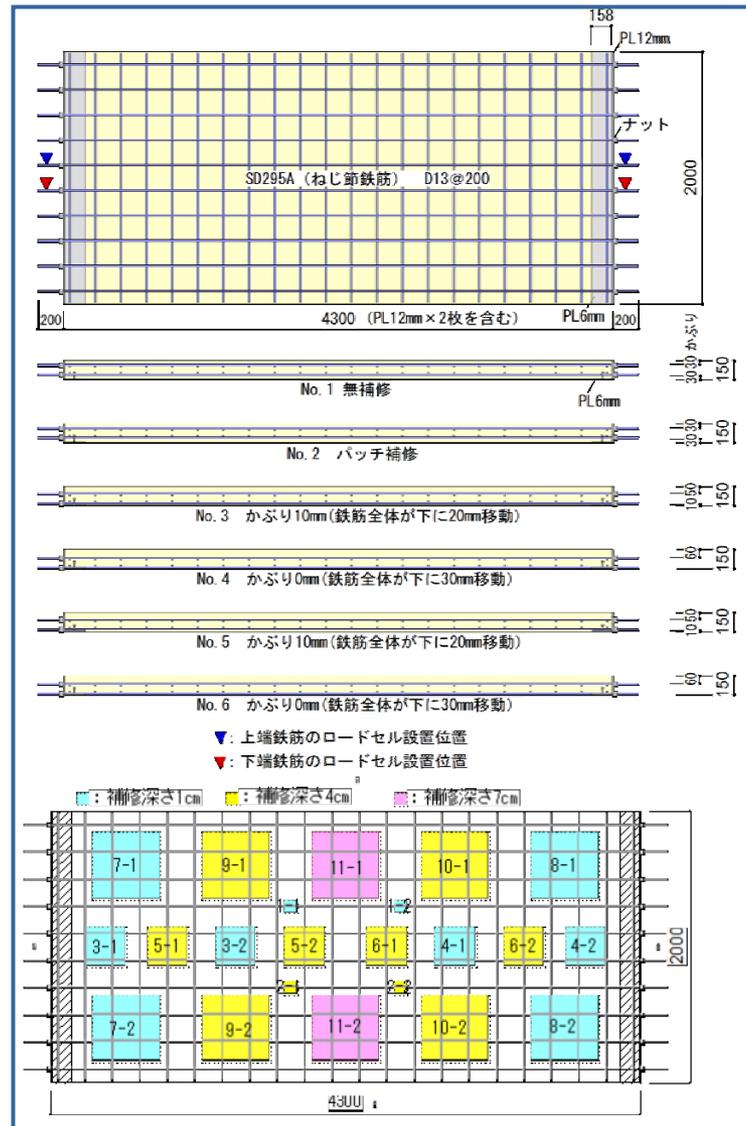
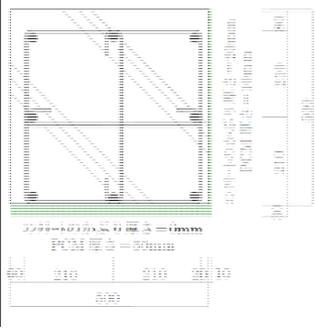
- 試験方法：800℃に調整した電気炉内に常温の試験体を入れ、20分間炉内に静置し、20分後に取り出して目視により損傷状況等を確認。
- 試験体：φ5cm×10cmの円柱を推奨。

試験状況

試験後の供試体

今後の課題：部材の耐火試験結果との関連性についての比較・検討

部材レベルによるスラブ上裏へのPCM補修試験施工

- **目的**:実大スラブ耐火試験体の製作に先立ち、スラブ上裏に対するポリマーセメントモルタルによる断面補修の施工性を検証すること。
- **実験因子**:メッシュの線材間隔(25、50mm)、施工厚さ(10、20mm)など

結果:上裏面に対する施工性を検証・確認し、試験体製作に必要なデータを得た。

（ホ）のまとめ

　現行の建築基準法における、防火及び避難に関する基準の整備に資することを目的として、以下の検討成果を得た。

（ホ）ポリマーセメントモルタルにより断面補修したRC造部材の防耐火性能

- 爆裂簡易評価法について検討した。
- スラブ上裏へのポリマーセメントモルタルに補修試験施工によって施工性を確認した。
- 断面補修した部材の耐火性能を確認するため、柱・壁・床の各試験体を製作した。